

[Previous Doc](#) [Next Doc](#) [Go to Doc#](#)
[First Hit](#)

☐ [Generate Collection](#)

L2: Entry 83 of 263

File: JPAB

Apr 8, 2004

PUB-NO: JP02004111958A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2004111958 A

TITLE: METHOD OF REMOVING CARBON FROM TERA LAYER PROVIDED ON SUBSTRATE

PUBN-DATE: April 8, 2004

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

WISE, RICHARD S

DESHPANDE, SADANAND V

YAN, WENDY

ALLEN, SCOTT D

MAHOROWALA, ARPAN P

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

INTERNATL BUSINESS MACH CORP

APPL-NO: JP2003310664

APPL-DATE: September 2, 2003

PRIORITY-DATA: 2002US-244362 (September 16, 2002)

INT-CL (IPC): H01L 21/3065

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of removing carbon from a TERA [tunable etch-resistant ARC: adjustable etch-resistant ARC (ARC represents an anti-reflection coating)] layer that is provided on a semiconductor substrate, or stripping the TERA layer.

SOLUTION: A TERA layer 26 is exposed to a plasma containing an effective dose of nitrogen, and optionally oxygen or fluorine. Moreover, the method is compatible with a fluorine based etching system. Thus, the method can be executed in the same system as other etching processes. For example, the method can be executed in the same system as that of plasma etching having fluorine of an oxide or nitride as a base. Moreover, this method includes the method of stripping the TERA layer 26 in situ, and etching an oxide layer 24 and etching a nitride layer 22 in the same etching system. In order to avoid that damages are caused to the oxide layer 24 or the nitride layer 22 below the TERA layer 26, and give good selectivity, execution is made with low ion energy.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

[Previous Doc](#) [Next Doc](#) [Go to Doc#](#)

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-111958

(P2004-111958A)

(43) 公開日 平成16年4月8日(2004.4.8)

(51) Int.Cl.⁷
H01L 21/3065F1
H01L 21/302 104Hテーマコード (参考)
5F004

審査請求 有 請求項の数 18 OL (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2003-310664 (P2003-310664)
(22) 出願日 平成15年9月2日 (2003.9.2)
(31) 優先権主張番号 10/244362
(32) 優先日 平成14年9月16日 (2002.9.16)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531
インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション
INTERNATIONAL BUSIN
ESS MACHINES CORPO
RATION
アメリカ合衆国10504 ニューヨーク
州 アーモンク ニュー オーチャード
ロード
(74) 代理人 100086243
弁理士 坂口 博
(74) 代理人 100091568
弁理士 市位 嘉宏
(74) 代理人 100108501
弁理士 上野 剛史

最終頁に続く

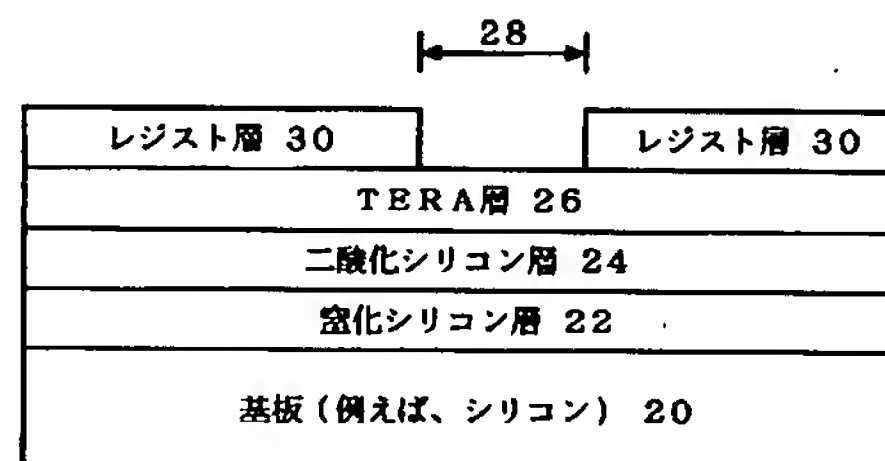
(54) 【発明の名称】 基板上に設けられたTERA層から炭素を除去する方法

(57) 【要約】

【課題】 TERA層から炭素を除去し、またはTERA層を剥離する方法を提供する。

【解決手段】 本発明の方法は、有効量の窒素と任意に酸素またはフッ素を含むプラズマにTERA層26を曝す。本発明の方法は、フッ素をベースにしたエッチング系とコンパチブルであり、したがって、他のエッチング工程と同じ系で実行できる。例えば、本発明の方法は、酸化物または窒化物のフッ素をベースにしたプラズマ・エッチングと同じ系で実行できる。本発明は、同じエッチング系で、その場でTERA層26を剥離し、酸化物層24をエッチングし、窒化物層22をエッチングする方法を含む。本発明の方法は、TERA層26の下の酸化物層24または窒化物層22に損傷を与えるのを避けるため、および良い選択性を与えるため低イオン・エネルギーで実行される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に設けられた T E R A 層から炭素を除去する方法であって、
(a) 窒素を含むプラズマに前記層を曝す工程を含む方法。

【請求項 2】

前記プラズマは、酸素およびフッ素の少なくとも 1 種を更に含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記プラズマは、原子比で計算して、 0.25 よりも小さい $F / (N + O)$ 比を有する請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記工程 (a) の際に、生成された C N 化合物を検出する工程を更に含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 C N 化合物の値により前記工程 (a) の終点を検出する工程を更に含む請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記プラズマは、前記基板に与えられる 0.4 ワット / cm^2 よりも低い強度を有する R F エネルギーで励起される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記 T E R A 層は、S i - C - H - O 物質をから成る請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記工程 (a) の後に、炭素が取り除かれた T E R A 層を除去する工程を更に含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記 T E R A 層は、二酸化シリコン層の上に設けられる請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

基板上の窒化物層上に設けられた酸化物層上に設けられたパターン形成された T E R A 層を有する半導体デバイス进行处理する方法であって、

(a) T E R A 層パターンに従って、フッ素をベースにしたプラズマで酸化物層をエッチングする工程と、

(b) 窒素を含むプラズマに T E R A 層を曝すことによって T E R A 層から炭素を除去する工程と、

(c) T E R A 層から酸化物層に転写されたパターンに従って窒化物層をエッチングする工程とを含む方法。

【請求項 11】

前記工程 (a)、(b) および (c) は、真空から前記半導体デバイスを移動することなく同一エッチング系で実行される請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記窒素を含むプラズマは、酸素およびフッ素を更に含み、原子比で計算して、 0.25 よりも小さい $F / (N + O)$ 比を有する請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

前記プラズマは、前記基板に与えられる 0.4 ワット / cm^2 よりも低い強度を有する R F エネルギーで励起される請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

基板上に設けられた T E R A 層から炭素を取り除く方法であって、

(a) 酸素、フッ素および窒素を含むプラズマに T E R A 層を曝す工程を含む方法。

【請求項 15】

前記プラズマは、原子比で計算して、 0.25 よりも小さい $F / (N + O)$ 比を有する請求項 14 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

前記工程 (a) の際に、生成された CN 化合物を検出する工程を更に含む請求項 14 に記載の方法。

【請求項 17】

前記 CN 化合物の値により前記工程 (a) の停止を検出する工程を更に含む請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記プラズマは、前記基板に与えられる $0.4 \text{ ワット} / \text{cm}^2$ よりも低い強度を有する RF エネルギーで励起される請求項 14 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に半導体処理に関し、特にハード・マスクおよび反射防止膜として使用される物質を選択的にエッチングする方法に関する。

【背景技術】

【0002】

多くの理由により、半導体デバイスのデバイス密度を増加させるには、厚さの薄いフォトレジストを使用する必要がある。レジストが、あまり薄すぎて、直接にパターニングに使用できないので、TERA (Tunable Etch-Resistant ARC : 可調整耐エッチング性 ARC (ARC は、反射防止膜を表す)) のようなハード・マスク層が、パターニングを可能にするために開発された。フォトレジストは、薄いハード・マスク層に描画するためにのみ使用され、ハード・マスク層は、後に下層の膜 (例えば、二酸化シリコン、窒化シリコン等) のパターン転写マスクとして使われる。TERA ハード・マスク層は、いくつかの応用では、ハード・マスクと ARC の機能を同時に与えることができる。

20

【0003】

TERA 層は、 $R-C-H-X$ と定義される。R は Si (シリコン), Ge (ゲルマニウム), B (ホウ素) および Sn (スズ) から選択され、X は O (酸素), N (窒素), S (硫黄) および F (フッ素) から選択され、C は炭素であり、H は水素である。その範囲は、原子パーセントで、R が 0 ~ 95 %, C が 0 ~ 95 %, H が 0 ~ 50 %, X が 0 ~ 70 % である。TERA 層は、米国特許第 6316167 号明細書および米国特許第 5926740 号明細書に開示されており、この米国特許の内容は、援用によってこの明細書に含まれている。

30

【0004】

TERA は、二酸化シリコンに対するエッチング・プラズマ (例えば、フッ素をベースにしたエッチング・プラズマ) において低スパッタ量を有する (したがって、有効なマスク層である) ので、望ましいハード・マスク層である。具体的には、二酸化シリコンのハード・マスクとして一般に使用される TERA 層は、高レベルの炭素 (例えば、約 20 %) を含む。多くの例では、TERA、二酸化シリコン、および酸化物の下に窒化シリコンからなる複合スタックを開口する必要がある。任意に、窒化物の下にシリコンもエッチングすることができる。フッ化炭素をベースにしたエッチング・プラズマは、酸化物および窒化物をエッチングするために好ましい。したがって、酸化物エッチングの後に TERA 層を剥離するために、フッ化炭素をベースにしたエッチング・プラズマ、またはフッ素とコンパチブルなエッチング・プラズマを使用することは、処理を簡略化する。TERA 層がハード・マスクとして使用された後に、その場で TERA 層を剥離するのが最も好ましい。

40

【特許文献 1】 米国特許第 6316167 号明細書

【特許文献 2】 米国特許第 5926740 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0005】

TERAは、フッ素をベースにしたエッチング・プラズマに対して耐性があるので、フッ素をベースにした処理が行われるときに、その場で剥離することは困難である。特に、半導体の製造者は、現在、下層に損傷を与えることなくTERAマスク層を剥離することにおいて困難を経験している。一般に、TERA層を剥離するには、フッ素系からウエハを移動し、塩素系でTERAを除去することが必要である。これは、TERAハード・マスク／ARC層を使用することのコストと複雑さを大きくするが、その他の点では極めて望ましい。TERA層を、窒化物エッチングで同時にエッチングすることもできるが、この方法は、他の問題を引き起こす。具体的には、窒化物層の側壁が傾斜した状態になり、これは特定のデバイスには望ましくない。これは、主として、窒化物エッチング処理中の残余マスクの、付加されたCおよびSiの付着が原因である。 10

【0006】

レジスト・マスクからTERA層をパターン形成するために使用される処理と同じ処理でTERA層を剥離することは、実際的ではない。というのは、これは、酸化物エッチングのプロファイルを不都合に変更するからである。したがって、現状の技術では、フッ素プラズマを用いる処理系でTERA層を剥離する簡単で実際的な方法はないように思われる。

【0007】

フッ素をベースにしたエッチング系でTERA層を剥離する方法を提供することは、半導体処理技術の進歩となり、半導体デバイスにおいて更に小さい形状寸法および応用を容易にするであろう。下層の酸化物層または窒化物層のプロファイルを不都合に変更することのないTERA剥離方法を提供することは、特に有用であろう。 20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、TERA層から炭素を除去し、続いて、フッ素をベースにしたエッチング系とコンパチブルなプラズマでTERA層をエッチング可能にする方法を提供する。

【0009】

本発明によれば、有効量の窒素を含むプラズマにTERA層を曝す工程を含む方法を提供する。窒素は、TERA層中の炭素と結合し、揮発性の化学種を形成し、それによってTERA層から炭素を除去する。プラズマは、さらに酸素またはフッ素を含むことができる。プラズマがフッ素を含むならば、プラズマは、0.25または0.1よりも小さいF/(N+O)比を有することが好ましい。低いフッ素含有量は、酸化物に対する選択性を与える傾向がある。 30

【0010】

エッチング工程の際に、TERA層から生成されるシアン化物化学種(CN)は、検出可能である。プラズマまたは排出ガス中のCNレベルを監視することは、都合よく処理終了検出を可能にする。

【0011】

プラズマ暴露の際に、比較的低い電力が、ウエハに与えられることが好ましい。例えば、0.4ワット/cm²または0.16ワット/cm²よりも低い電力が与えられる。与えられる電力の量は、デカップルド(decoupled)プラズマ(例えば、誘導的に励起されたプラズマ)の場合にゼロにすることさえできる。 40

【0012】

TERA層は、Si-C-H-Oまたは全ての他のTERA層からなる。また、窒素プラズマ暴露工程後に、炭素が取り除かれたTERA層は、そのまま残るか、または同じエッチング工程または別のエッチング工程で除去される。TERA層は、酸化物層の上に設けられる。

【0013】

また、本発明の方法は、窒化物層上に設けられた酸化物層上に設けられた、パターン形成されたTERA層を有する半導体デバイスを処理する方法を含む。この方法では、TE 50

R A 層は、酸化物層をパターン形成するために使用され、次に、T E R A 層は、炭素を取り除かれ、ことによると完全に除去される。次に、酸化物層に転写されたパターンは、窒化物層をパターン形成するために使用される。全てのこれらの工程は、真空から半導体デバイスを移動することなく、同一真空系で実行されることが好ましい。プラズマは、 O_2 より小さい $F/(N+O)$ 比を有することが好ましい。プラズマは、酸素を含むことができる。

【0014】

本発明の他の態様では、炭素は、酸素と有効量の窒素を含むプラズマに T E R A 層を曝すことによって T E R A 層から取り除かれる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明は、フッ素をベースにしたエッチング・プラズマを使用する系、またはフッ素をベースにしたエッチング・プラズマとコンパチブルな系で T E R A 層をエッチングする方法を提供する。酸素プラズマに窒素を加えると、T E R A 層のエッチング・レートが高くなることが見いだされた。酸素/窒素プラズマは、フッ素をベースにしたエッチング系とコンパチブルである（すなわち、酸素/窒素プラズマは、シリコン物理的成分を腐食しない）ので、T E R A 層を除去するためにウエハをフッ素系から移動する必要がない。また、窒素/酸素プラズマは、下層の酸化物層および窒化物層に、不所望なプロファイルを形成しない。この効果については特定のメカニズムに限定されることなく、酸素プラズマに窒素を加えることによって生じる高められたエッチング・レートは、T E R A 層のシリコン-炭素結合が弱められることによって、またはシリコン-炭素結合の破断によって生じられると思われる。本発明の方法では、炭素は、窒素の存在のために T E R A 層から除去され、酸素プラズマで T E R A 層を更にエッチング可能にする。本発明の方法は、フッ素を必要としない。本発明は、T E R A 層を剥離するためにウエハをフッ素系から移動することを必要とすることなく、T E R A ハード・マスク/A R C 層の使用を可能にする。これは、より簡略で、より低価格で、より効率的な処理が行える同一系で実行される多くの工程を可能にする。

【0016】

図 1 は、本発明で使用する開始構造を示している。この構造は、例えばシリコンのような基板 20、窒化物層 22、および窒化物層 22 上の酸化物層 24 からなる。T E R A 層 26 は、酸化物層の上に設けられる。T E R A 層 26 は、ハード・マスク、A R C、またはその両方として機能することができる。レジスト層 30 は、フォトリソグラフィによって形成された開口部 28 を有する。酸化物層 24 と窒化物層 22 は、C V D または他の方法によって付着される。

【0017】

図 1 の、窒化物上に酸化物が設けられる構造は、半導体デバイスの製造において、種々のキャパシタに使われる。この例は、以下の構成を含む。（1）シリコン・マスク：酸化物はマスクとして機能し、窒化物は研磨ストップとして機能する。（2）配線レベル：窒化物は、酸化物付着の際に銅の酸化が避けられるように、銅線を覆うために使用される。酸化物は、銅線を分離する誘電体として使われる。（3）ビア・レベル：この応用では、酸化物は、ビア誘電体であり、窒化物まで選択的にエッチングされる。窒化物は、緩やかなエッチングで除去される。窒化物を緩やかに除去できるので、コンタクト領域への損傷は阻止される。酸化物は、一般にシリコン上に直接に存在するならば、シリコンに損傷を与えることなく除去できない。（4）ゲート・スペーサ：窒化物は、エッチング・ストップとして使われる。

【0018】

本発明は、図 1 に示す酸化物/窒化物層の全ての応用に適用可能である。実際に、本発明は、フッ素をベースにした系、またはフッ素とコンパチブルな系において、T E R A 層が剥離されなければならないあらゆる状況に適用可能である。

【0019】

10

20

30

40

50

図2は、本発明によるTERAエッチング工程後の構造を示している。図2において、レジスト30は、TERA層26をパターン形成するためのマスクとして使用される。TERA層26は、ハード・マスクとして機能し、ARCとしても機能することができる。TERA層26は、この技術分野で知られている処理、例えば、高スパッタ成分（高RFエネルギー）を有するプラズマでエッチングされる。

【0020】

図3は、本発明による酸化物エッチング工程後の構造を示している。図3において、酸化物層24は、TERA層をハード・マスクとして使用して、フッ素をベースにしたプラズマによりエッチングされる。TERAは、二酸化シリコンをエッチングするために使用される、フッ素をベースにしたエッチング・プラズマに対して高い耐性を有するために、酸化物エッチング工程のハード・マスクとして使用するのに適した優れた物質である。 10

【0021】

図4は、本発明によるレジスト剥離工程後の構造を示している。図4において、レジスト層は剥離されている。例えば、レジストは、酸素プラズマで剥離される。レジストを剥離する方法は、この技術分野において良く知られている。あるいはまた、レジストは、図3の酸化物エッチング工程の前に剥離することができる。

【0022】

図5は、本発明によるTERA剥離工程後の構造を示している。TERA剥離工程は、本発明において重要である。本発明は、多くの利点を与えるTERA剥離工程の新たな方法を教示する。本発明では、TERA層26は、酸素プラズマに有効量の窒素を加え、窒素／酸素プラズマにTERA層26を曝すことによって剥離される。任意ではあるが、フッ化炭素もプラズマに含めることができる。TERA層26は、酸化物エッチング工程で用いられる、フッ素をベースにした系からウエハを移動することなく剥離される。窒素／酸素プラズマおよび窒素／酸素／フッ化炭素プラズマは、フッ素エッチング・プラズマ用に構成された系とコンパチブルである。したがって、TERA層剥離工程は、酸化物エッチング工程のために使用される系、および後の処理工程のために使用される系と同じ系で実行できる。 20

【0023】

図6は、本発明による窒化物エッチング工程後の構造を示している。図6において、酸化物層24は、窒化物層22をエッチングするためのマスクとして使用される。この窒化物エッチング工程は、フッ素をベースにしたプラズマを使用して実行でき、したがって、前のエッチング工程でTERA剥離のために使用される系と同じ系で実行できることが分かる。 30

【0024】

図7は、本発明によるシリコン・エッチング工程後の構造を示している。図7において、シリコン基板20は、酸化物層24をマスクとして使用してエッチングされる。シリコン・エッチング工程は、フッ素をベースにしたプラズマを使用しても実行できる。

【0025】

本発明では、TERA剥離工程は、TERA開口工程、酸化物エッチング工程および窒化物エッチング工程のために使用される系と同じエッチング系で実行できる。これは、ウエハを、TERA層26を剥離するために別の系に移送する必要がないので、有効な利点を与える。また、本発明によるTERA剥離工程は、窒化物エッチング工程または酸化物エッチング工程のプロファイルを不都合に変更しない。 40

【0026】

本発明によるTERA剥離工程で使用される窒素は、元素形態（ N_2 ）、原子形態（Nラジカル）、 NH_3 、および NF_3 を含む、どのような形態をもとることが可能である。酸素は、解離するどのような形態、例えば O_2 （この形態が好ましい）をもとることが可能である。フッ素が使用される場合には、フッ化炭素の形態で使用されるのが好ましい。

【0027】

TERA剥離に使用されるプラズマは、窒素を含まなければならず、そして酸素または 50

フッ素を含んでも良いし、含まなくても良い。フッ素は、酸化物をエッチングする傾向があるが、またT E R A層をより速くエッチングする。酸化物層をエッチングすることを避けなければならない、酸化物に対するT E R Aの高選択性が望まれるならば（これは、一般にT E R A剥離の場合である）、プラズマのフッ素含有量は、少ないかまたはゼロであるべきである。具体的には、酸素と窒素の合計に対するフッ素の原子比は、 $F / (N + O) < 0.25$ または $F / (N + O) < 0.1$ によって与えられる範囲内にあるべきである。T E R A層からの炭素の十分な除去は、窒素のみ、および任意に酸素を含むプラズマによって行われる。酸素は、T E R Aからの炭素の除去率を増大させる傾向があり、下層のS i O₂層に対する選択性を大きくすることができる。

【0028】

10

また、フッ素の存在は、フォトレジストが存在するときにフォトレジストに対するT E R Aの選択性を与える傾向がある。T E R A剥離工程では、フォトレジストは、一般に存在せず、従って、選択性は必要とされない。しかしながら、T E R Aがフォトレジストの存在によりエッチングされ、フォトレジストに対する選択性が望まれる場合には、フッ素を追加することができる。

【0029】

特定のエッチング・メカニズムに限定されることを望まないが、本発明のプラズマ中の窒素は、T E R A層中の炭素と結合し、揮発する揮発性シアン化物(C N)化合物を形成すると思われる。この方法により、炭素は、T E R A層から除去され、炭素が取り除かれたT E R A層を、プラズマ中の他の化学種（例えば、酸素またはフッ素）によって除去可能にする。例えば、S i - C - H - O T E R A層の場合には、窒素は、炭素と結合して炭素を除去し、S i - OまたはS i - O - H物質を残すことができる。多くの場合に、残余のS i - O物質は、特にT E R A層の下層がS i O₂であるならば、許容できる。

20

【0030】

T E R A層は、単一のエッチング・プラズマを使用して、単一のエッチング工程で炭素が除去されて剥離される。この場合に、例えば、エッチング・プラズマは、N₂ / O₂ プラズマまたはN₂ / O₂ / フッ化炭素プラズマより成る。あるいはまた、T E R A層は、2つの工程で剥離される。最初の工程は、T E R A層の炭素を取り除き、次の工程は、炭素が取り除かれたT E R A層を剥離する。例えば、T E R A層は、N₂ / O₂ プラズマで炭素が取り除かれ、その後、炭素が取り除かれたT E R A（例えば、S i - O - H物質）は、フッ化炭素プラズマまたは塩素プラズマで剥離される。例えば、炭素が取り除かれたT E R Aは、C F₄ / C H F₃ / O₂ のようなフッ素を含むエッチング・プラズマ、またはC l₂ / O₂ エッチング・プラズマでエッチングされる。

30

【0031】

生成されたC N化合物は、分光測光によって検出され、C Nの測定値は、処理終点検出に使用される。全てのまたはほとんど全ての炭素がT E R A層から除去されると、系中の全てのC Nの量が排出され、プラズマは急速に減少する。これは、T E R A層が炭素を取り除かれた（例えば、S i - O物質に変換された）こと、またはT E R A層が完全に剥離されたことを示す。

【0032】

40

一酸化炭素および二酸化炭素が、通常、このT E R A剥離処理を妨げることに留意すべきである。塩素および臭素は、このT E R A除去エッチング系とコンパチブルであるが、フッ素をベースにしたエッチング系とコンパチブルでないので、一般には除外される。

【0033】

本発明の方法では、比較的到低いR Fエネルギー強度および低いバイアス電圧が、T E R A層を剥離するために使用される。一般的には、200mmウェハに対しては、500ワットより低い電力が必要とされるが（0.4ワット / c m² よりも低いエネルギー / ウェハ表面積比に相当する）、200ワット（0.16ワット / c m²）より低い電力も使用できる。200Vより低いバイアス電圧も好ましい。一般に、低電力および低バイアス電圧は、高電力および高バイアスが、下層の酸化物層および窒化物膜に損傷を与える傾向

50

があるので、T E R A 剥離工程のためには好ましい。損傷には、酸化物角部の面取り、電氣的短絡および微小寸法 (C D) 制御不良が含まれる。それに比べると、T E R A 開口工程は、比較的の高い電力 (例えば 500 ワットより大きい電力) および高スパッタ成分を使用する。T E R A 開口工程は、下層の酸化物層に損傷を与える恐れがほとんど無いので、このような高電力を使用することができる。また、T E R A 剥離のための低い R F エネルギーおよびバイアス電圧は、酸化物に対する T E R A 剥離の選択性を改善するのに役立つ。選択性は、剥離工程については、酸化物に損傷を与えることを避けるために重要である。10 : 1 よりも大きい選択性が、本発明の方法に関して可能である。S i - O 結合が、解離のために比較的の高いイオン・エネルギーを必要とし、したがって、かなりのフッ素を含んでいても、低いイオン・エネルギー・プラズマにおいて存続し続ける傾向があるために、高い選択性が与えられる。さらに一般に、ウエハに与えられる R F エネルギー、およびバイアス電圧は、入射イオン・エネルギーが約 200 e V より低くなるように調整されるべきである。このような低いイオン・エネルギーは、窒素に、膜から炭素を除去させるためには十分であるが、下層の、曝された酸化物層に損傷を与えるほど十分には高くない。

【0034】

ここで具体的に述べられた R F ワット数は、T E R A 層が剥離され、または炭素が除去されるウエハまたは半導体デバイスに直接与えられるエネルギーにのみ適用されることに留意すべきである。デカップルド (d e c o u p l e d) プラズマ (例えば、誘導的に励起されたプラズマ) は、ウエハに直接にゼロ・エネルギーを与えると理解される。

【0035】

次の表は、本発明による T E R A 剥離についての 200 mm ウエハに対する例示的な電力および自己バイアス電圧を、酸化物エッチングおよび窒化物エッチングについて、同じパラメータで比較して示している。

【0036】

【表 1】

200 mm ウエハの処理パラメータ

処理	R F 電力	D C バイアス電圧
T E R A 剥離	< 500 または < 200 ワット R F	< 200 V
酸化物エッチング	1000 ワット R F	500 V
窒化物エッチング	500 ワット R F	250 V

上に示された R F 電力、ガス・フローおよびプラズマ圧力は、200 mm プラズマ処理装置に適用される。本発明は、300 mm ウエハまたは全ての他の大きさのウエハについて使用できる。本発明が異なる大きさのウエハに適用されるならば、R F エネルギーは、ウエハ表面積に応じて決定すべきである。ガス・フローは、プラズマ・チャンバー容積に応じて決定する。プラズマ圧力は、一般に約 1.33 ~ 133.32 Pa (約 10 ~ 1000 m T o r r) の範囲である。

【0037】

以下に、T E R A 層から炭素を除去するのに有用である幾つかの特定のエッチング条件を示す。

条件 1

R F 電力 : ウエハに直接与えられる 150 ワット

O₂ : 20 s c c m

N₂ : 100 s c c m

圧力：5.33 Pa (40 mTorr)

プラズマ容量：6リットル

F / (N + O) 比：0

条件 2

RF電力：ウエハに直接与えられる120ワット

O₂ : 20 sccm

N₂ : 100 sccm

CHF₃ : 5 sccm

圧力：5.33 Pa (40 mTorr)

プラズマ容量：6リットル

F / (N + O) 比：0.0625

10

【0038】

上述した実施例が、本発明の範囲を逸脱することなく多くの態様で変更できることは、当業者には明らかである。

【0039】

まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

(1) 基板上に設けられたTERA層から炭素を除去する方法であって、

(a) 窒素を含むプラズマに前記層を曝す工程を含む方法。

(2) 前記プラズマは、酸素およびフッ素の少なくとも1種を更に含む上記(1)に記載の方法。

20

(3) 前記プラズマは、原子比で計算して、0.25よりも小さいF / (N + O) 比を有する上記(2)に記載の方法。

(4) 前記工程(a)の際に、生成されたCN化合物を検出する工程を更に含む上記(1)に記載の方法。

(5) 前記CN化合物の値により前記工程(a)の終点を検出する工程を更に含む上記(4)に記載の方法。

(6) 前記プラズマは、前記基板に与えられる0.4ワット/cm²よりも低い強度を有するRFエネルギーで励起される上記(1)に記載の方法。

(7) 前記TERA層は、Si-C-H-O物質をから成る上記(1)に記載の方法。

(8) 前記工程(a)の後に、炭素が取り除かれたTERA層を除去する工程を更に含む上記(1)に記載の方法。

30

(9) 前記TERA層は、二酸化シリコン層の上に設けられる上記(1)に記載の方法。

(10) 基板上の窒化物層上に設けられた酸化物層上に設けられたパターン形成されたTERA層を有する半導体デバイス进行处理する方法であって、

(a) TERA層パターンに従って、フッ素をベースにしたプラズマで酸化物層をエッチングする工程と、

(b) 窒素を含むプラズマにTERA層を曝すことによってTERA層から炭素を除去する工程と、

(c) TERA層から酸化物層に転写されたパターンに従って窒化物層をエッチングする工程とを含む方法。

40

(11) 前記工程(a)、(b)および(c)は、真空から前記半導体デバイスを移動することなく同一エッチング系で実行される上記(10)に記載の方法。

(12) 前記窒素を含むプラズマは、酸素およびフッ素を更に含み、原子比で計算して、0.25より小さいF / (N + O) 比を有する上記(10)に記載の方法。

(13) 前記プラズマは、前記基板に与えられる0.4ワット/cm²よりも低い強度を有するRFエネルギーで励起される上記(10)に記載の方法。

(14) 基板上に設けられたTERA層から炭素を取り除く方法であって、

(a) 酸素、フッ素および窒素を含むプラズマにTERA層を曝す工程を含む方法。

(15) 前記プラズマは、原子比で計算して、0.25より小さいF / (N + O) 比を有する上記(14)に記載の方法。

50

(16) 前記工程(a)の際に、生成されたCN化合物を検出する工程を更に含む上記(14)に記載の方法。

(17) 前記CN化合物の値により前記工程(a)の停止を検出する工程を更に含む上記(16)に記載の方法。

(18) 前記プラズマは、前記基板に与えられる $0.4 \text{ ワット} / \text{cm}^2$ よりも低い強度を有するRFエネルギーで励起される上記(14)に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明で使用するTERAハード・マスクを有する多層構造を示す図である。

【図2】TERA開口工程後の構造を示す図である。

【図3】酸化物エッチング工程後の構造を示す図である。

【図4】レジスト剥離工程後の構造を示す図である。

【図5】TERA剥離工程後の構造を示す図である。

【図6】窒化物エッチング工程後の構造を示す図である。

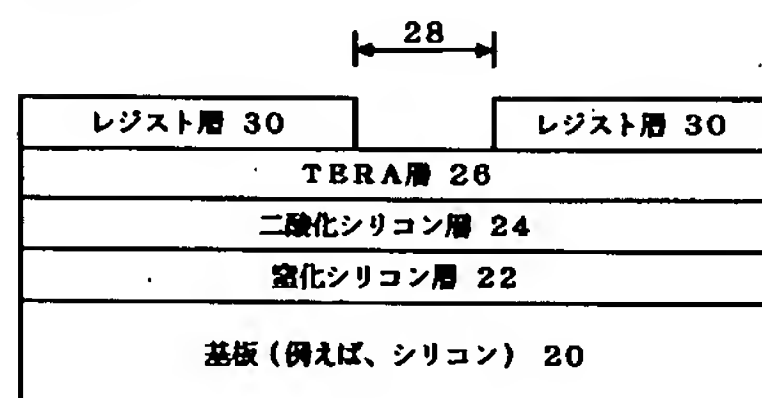
【図7】シリコン・エッチング工程後の構造を示す図である。

【符号の説明】

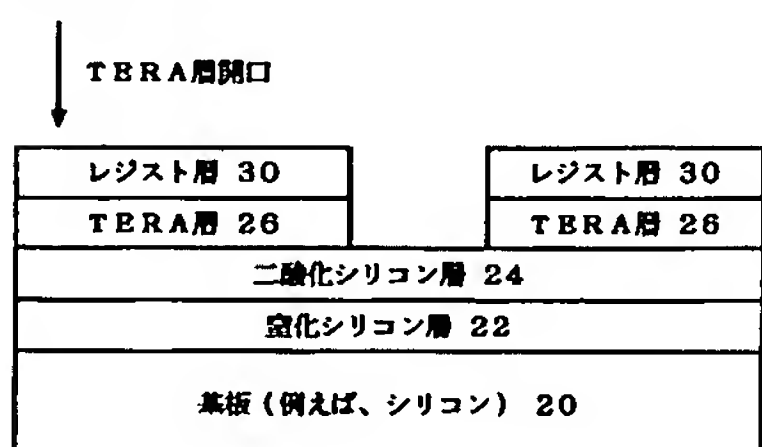
【0041】

- 20 基板
- 22 窒化物層
- 24 酸化物層
- 26 TERA層
- 28 開口部
- 30 レジスト層

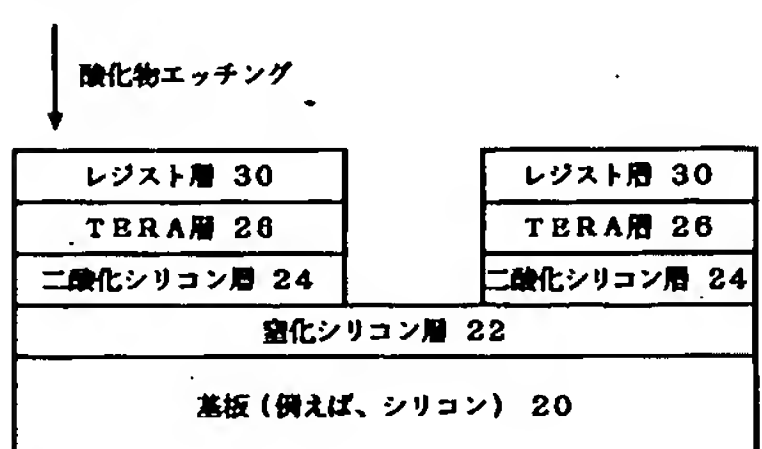
【図1】



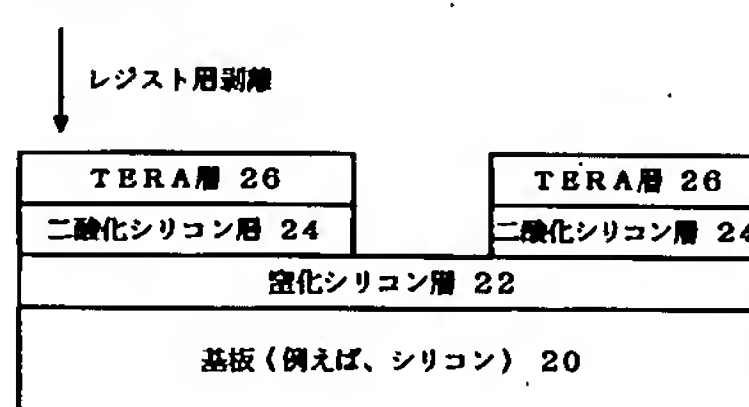
【図2】



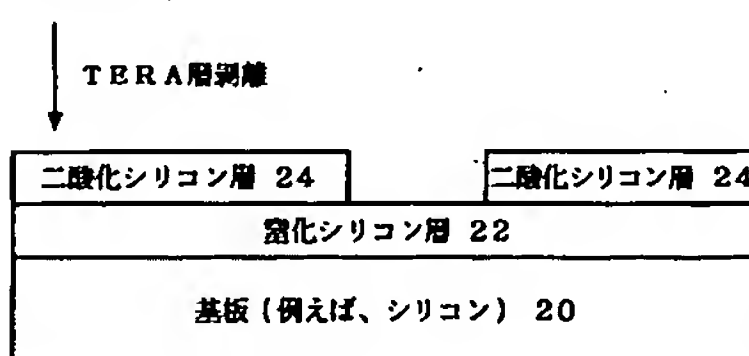
【図3】



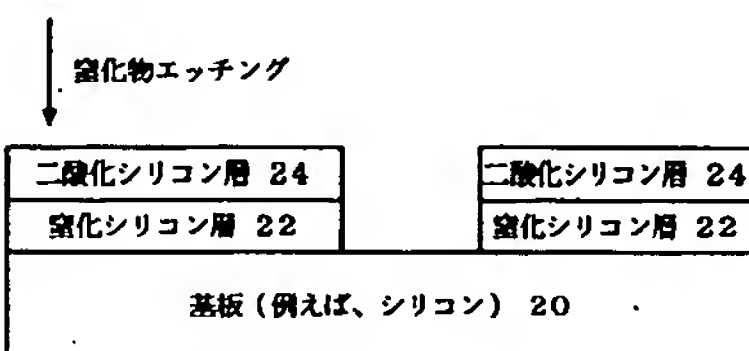
【図4】



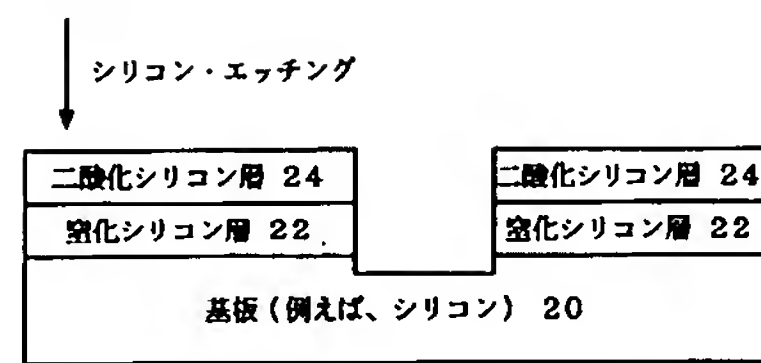
【図5】



【図6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 リチャード・エス・ワイズ

アメリカ合衆国 1 2 5 5 3 ニューヨーク州 ニューウィンザー サンドゲート ドライブ 4
2 9

(72)発明者 サダナンド・ヴィー・デスファンデ

アメリカ合衆国 1 2 5 2 4 ニューヨーク州 フィッシュキル ビーチコート 3 5

(72)発明者 ウエンディ・ヤン

アメリカ合衆国 1 0 5 8 9 ニューヨーク州 サマーズ ブライアーウッド ドライブ 2 0 8

(72)発明者 スコット・ディー・アレン

アメリカ合衆国 0 7 6 2 8 ニュージャージー州 デュモント ファーン アヴェニュー 2 0

(72)発明者 アーパン・ピー・マホロワラ

アメリカ合衆国 1 0 7 0 8 ニューヨーク州 ブロンクスヴィレ ブロンクスヴィレ ロード
4 7 5

Fターム(参考) 5F004 AA05 CB15 DA16 DA25 DA26 DB00 EA03 EB08